

PAT-NO: JP02004294190A

DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 2004294190 A

TITLE: **ULTRASONIC** MICROSCOPE

PUBN-DATE: October 21, 2004

INVENTOR-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
KOBAYASHI, KAZUTO	N/A
HOZUMI, TADAHIRO	N/A
NAGAO, MASAYUKI	N/A

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
HONDA ELECTRONIC CO LTD	N/A

APPL-NO: JP2003085153

APPL-DATE: March 26, 2003

INT-CL (IPC): G01B017/02, G01N029/18

ABSTRACT:

PROBLEM TO BE SOLVED: To solve the problem of a conventional measuring method that measurement is required to perform twenty first times when data for 100MHz-200MHz are collected by a step of 5MHz, to analyze data of one point.

SOLUTION: An impulse comprising frequency components in a wide band, frequency components of 100MHz-200MHz for example is sent from an impulse oscillator 1 to an ultrasonic vibrator 2. Then, the ultrasonic vibrator 2 radiates an ultrasonic wave comprising two or more frequencies on a test piece 5 put on a glass substrate 3 and covered with an ultrasonic transmission medium 4. A reflected wave of the radiated ultrasonic wave is received by

the ultrasonic vibrator 2 again. The reflected wave received by the ultrasonic vibrator 2 is received and amplified by a receiver 6, converted from an analog reflection signal to a digital reflection signal by an A/D converter 7, and inputted to a personal computer 8 provided with an acoustic velocity calculation function 8a, a thickness calculation function 8b, and a display transformation function 8c for displaying each output of the velocity function 8a and the thickness calculation function 8b, and results of mathematical operations are displayed on a display 9.

COPYRIGHT: (C)2005, JPO&NCIPI

(19)日本国特許庁(JP)

## (12)公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開2004-294190

(P2004-294190A)

(43)公開日 平成16年10月21日(2004.10.21)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>G01B 17/02  
G01N 29/18

F 1

G01B 17/02  
G01N 29/18

Z

テーマコード(参考)  
2FO68  
2GO47

審査請求 未請求 請求項の数 2 O.L. (全 6 頁)

(21)出願番号 特願2003-85153 (P2003-85153)  
(22)出願日 平成15年3月26日 (2003.3.26)

特許法第30条第1項適用申請有り

(71)出願人 000243364  
本多電子株式会社  
愛知県豊橋市大岩町字小山塚20番地

(74)代理人 100077045  
弁理士 鈴木 和夫

(72)発明者 小林 和人  
愛知県豊橋市大岩町字小山塚20番地 本  
多電子株式会社内

(72)発明者 穂積 直裕  
愛知県豊橋市西羽田町209-10

(72)発明者 長尾 雅行  
愛知県豊橋市花中町93-14

F ターム(参考) 2F068 AA28 CC07 DD07 DD12 EE02  
FF03 FF12 FF14 FF25 KK12  
LL02 QQ05 RR01

最終頁に続く

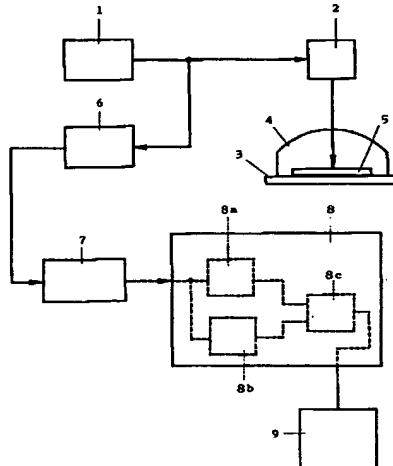
(54)【発明の名称】超音波顕微鏡

## (57)【要約】

【課題】このような測定方法では、1点のデータを解析するため、100MHz～200MHzステップでデータを取るには、21回の測定がという問題があった。

【解決手段】インパルス発振器1から広帯域の周波数、例えば100MHz～200MHzの周波数成分を含むインパルスを発超音波振動子2に発信すると、超音波振動子2は複数の周波数を含む超音波をガラス基板3の上に載置されて超音波伝播媒体4で覆われた試料5に照射されるので、照射された超音波の反射波は再度超音波振動子2で受信され、超音波振動子2で受信された反射波は受信機6で受信されて增幅され、A/D変換器7でアナログ反射信号からデジタル反射信号に変換されて、音速演算機能8aと厚さ演算機能8b及び音速演算機能8aと厚さ演算機能8bの出力を表示させる表示変換機能8cを設けたパーソナルコンピュータ8に入力され、演算結果は表示装置9で表示される。

【選択図】 図1



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

複数の周波数を含むインパルスを発振するインパルス発振器と、該インパルス発振器から出力されたインパルスを入力することによって超音波を出力する超音波振動子と、試料が載置したガラス基板と、前記超音波振動子から前記ガラス基板及び前記試料に照射された超音波の反射波を受信して增幅する受信機と、該受信機からの反射波信号をデジタル信号に変換するA／D変換器と、該A／D変換器から出力されたデジタル信号から試料の音速を演算する音速演算機能と試料の厚さを演算する厚さ演算機能と該演算された信号を表示信号に変換する表示変換機能とを設けたパソコンコンピュータと、該パソコンコンピュータの出力を表示する表示装置とからなることを特徴とする超音波顕微鏡。

10

**【請求項 2】****【発明の詳細な説明】****【0001】****【発明が属する技術分野】**

本発明は、切り出した組織の音速を1回の超音波の照射で測定する超音波顕微鏡に関するものである。

**【0002】****【従来の技術】**

従来、超音波顕微鏡で組織音速を測定する場合、例えば、 $10\text{ }\mu\text{m}$ の組織切片をスライドガラス上にセットし、超音波顕微鏡で $100\text{ MHz}$ から $200\text{ MHz}$ までを $5\text{ MHz}$ ステップで周波数を変えながら測定して、取得されたデータから極大値を示す周波数と極小値を示す周波数を求め、論理計算グラフより組織音速を求めている。

20

**【0003】****【発明が解決しようとする課題】**

しかしながら、このような測定方法では、1点のデータを解析するために、 $100\text{ MHz}$ ～ $200\text{ MHz}$ を $5\text{ MHz}$ ステップでデータを取るには、21回の測定が必要になり、多大な時間をようするとともに、周波数の不安定性が誤差要因となるなどの問題があった。

**【0004】****【課題を解決しようとする手段】**

本発明は、複数の周波数を含むインパルスを発振するインパルス発振器と、該インパルス発振器から出力されたインパルスを入力することによって超音波を出力する超音波振動子と、試料が載置したガラス基板と、前記超音波振動子から前記ガラス基板及び前記試料に照射された超音波の反射波を受信して增幅する受信機と、該受信機からの反射波信号をデジタル信号に変換するA／D変換器と、該A／D変換器から出力されたデジタル信号から試料の音速を演算する音速演算機能と試料の厚さを演算する厚さ演算機能と該演算された信号を表示信号に変換する表示変換機能とを設けたパソコンコンピュータと、該パソコンコンピュータの出力を表示する表示装置とからなるものである。

30

**【0005】****【発明の実施の形態】**

本発明は、インパルス発振器から出力された複数の周波数を含むインパルスを超音波振動子に入力し、超音波振動子から複数の周波数を含む超音波を試料に照射することにより、その反射波をデジタル信号に変換し、そのデータをパソコンコンピュータの音速演算機能及び厚さ演算機能で演算することにより、1回の超音波の送受信で複数の周波数のそれぞれの周波数における試料の音速及び厚さを演算により求めることができる。

40

**【0006】****【実施例】**

図1は本発明の実施例の超音波顕微鏡のブロック図で、インパルス発振器1から広帯域の周波数、例えば $100\text{ MHz}$ ～ $200\text{ MHz}$ の周波数成分を含むインパルスを発振出力を超音波振動子2に印加すると、超音波振動子2は複数の周波数を含む超音波をガラス基板3の上に載置されて超音波伝播媒体4で覆われた試料5に照射されるので、照射された超

50

音波の反射波は再度超音波振動子2で受信され、超音波振動子2で受信された反射波は受信機6で受信されて増幅され、A/D変換器7でアナログ反射信号からデジタル反射信号に変換されて、音速演算機能8aと厚さ演算機能8b及び音速演算機能8aと厚さ演算機能8bの出力を表示させる表示変換機能8cを設けたパソコン用コンピュータ8に入力され、演算結果は表示装置9で表示される。

## 【0007】

ここで、本発明の生体試料の音速と敦美を非接触で求めるための基本原理を図2で説明すると、まず、ガラス基板3の上に置いた生体組織である試料5に音波が入力されると、試料5の表面からの反射波A(Ss)とガラス基板3からの反射波B(Sd)が超音波振動子2で受波され、又、試料5が無い面からの反射波C(Sref)が受波され、反射波B 10 C間の時間差 $\Delta t_d$ は試料の音速と伝播媒質の音速が異なることにより伝播時間差となる。又、反射波AC間の時間差 $\Delta t_s$ は試料5を挿入することにより生じた伝播時間差である。これらの伝播時間差より試料5の厚みdと音速cは次式より求められる。

$$d = \frac{\Delta t_s \cdot c_0}{2} \quad (1)$$

$$c = \frac{\Delta t_s}{\Delta t_s - \Delta t_d} \quad (2)$$

ここで、 $c_0$ は超音波伝播媒体4の音速である。 20

## 【0008】

又、周波数が80MHz程度の短パルスの超音波を用いても、試料5の厚みが10μm程度では、試料5の表面からの反射波Aとガラス基板3からの反射波は時間軸上で重なりあい、分離は困難である。そこで、受波信号と周波数領域で解析することにより、 $\Delta t_d$ と $\Delta t_s$ を推定する。試料5が無い場合の基板3からのフーリエ変換を $X_{ref}(\omega)$ とする。試料5がある場合の受波を、試料5の表面反射とガラス基板の反射面のみの和と仮定すれば、そのフーリエ変換 $F(\omega)$ は次式で表される。

$$F(\omega) = (k_d e^{j\omega\Delta t_s} + k_s e^{j\omega\Delta t_s}) \cdot X_{ref}(\omega) \quad (3)$$

ここで、 $k_d$ と $k_s$ はガラス基板と試料5の表面からの反射係数である。 $F(\omega)$ を $X_{ref}(\omega)$ で正規化したスペクトルを $R(\omega)$ とすれば、これは、 30

$$R(\omega) = k_d e^{j\omega\Delta t_s} + k_s e^{j\omega\Delta t_s} \quad (4)$$

と表される。受波のスペクトルの計算には、高速フーリエ変換(FFT)を用いるので、得られる正規化スペクトルも周波数領域において離散化されている。

## 【0009】

この離散化されたスペクトル系列を、 40

$$R_n = R(n\Delta\omega) \quad (5)$$

と表すと、これらは次式の関係を満たす。

$$R_L = R_R x + e \quad (6)$$

ただし、

$$R_L = [R_3, R_4, \dots, R_n]^T \quad (7)$$

$$R_n = \begin{bmatrix} R_2 & R_1 \\ R_3 & R_2 \\ \vdots & \vdots \\ \vdots & \vdots \\ R_{n-1} & R_{n-2} \end{bmatrix} \quad (8)$$

$$x = \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \end{bmatrix} \quad (9)$$

10

である。ここで、eは誤差項であり、仮定した2つの反射成分以外の信号成分を表している。又、xはモデルパラメータであり、

$$x = e^{j\omega\Delta t_s \Delta \omega} + e^{j\omega\Delta t_d \Delta \omega} \quad (10)$$

$$x = -e^{j\omega\Delta t_s \Delta \omega} \cdot e^{j\omega\Delta t_d \Delta \omega} \quad (11)$$

と表される。重み付けされた誤差の2乗和、すなわち  $e^T G e$  ( $T$ :複素共役転置) を最小にする  $x$  は、次式により求められる。

20

$$x = (R_R^T Q R_R)^{-1} R_R^T Q R_L \quad (12)$$

ここで、Qは重み行列であり、 $|X_{ref}(\omega)|$  の値を用いて設定する。フーリエ変換により求めた  $R_n$  をもとに、(12)式よりモデルパラメータ  $x$  を求め、(10)式及び(11)式を満たす  $\Delta t_d$  と  $\Delta t_s$  を求める。これらを(1)式及び(2)式に代入すれば、試料の音速と厚みが得られる。

#### 【0010】

このように、本実施例では、インパルス発振器1から出力された複数の周波数を含むインパルスを超音波振動子2に入力し、超音波振動子2から複数の周波数を含む超音波を試料5に照射することにより、その反射波をA/D変換器7でデジタル信号に変換し、そのデータをパーソナルコンピュータ8の音速演算機能8a及び厚さ演算機能8bで上記の演算処理で演算することにより、1回の超音波の送受信で複数の周波数のそれぞれの周波数における試料5の音速及び厚さを演算により求めることができる。

30

#### 【0011】

##### 【発明の効果】

以上説明したように、本発明の超音波顕微鏡は、インパルス発信機から出力された複数の周波数を含むインパルスを超音波振動子に入力し、超音波振動子から複数の周波数を含む超音波を試料に照射することにより、その反射波をデジタル変換し、そのデータをパーソナルコンピュータの音速演算機能及び厚さ演算機能で演算するすることにより、複数の周波数のそれぞれの周波数における試料の音速及び試料の厚さ演算により求めることができるので、1回の超音波の送受信で組織片の各周波数の組織データを求めができるという利点がある。

40

##### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施例の超音波顕微鏡のブロック図である。

【図2】図1の装置において音速及び厚さを求める状態を示した図である。

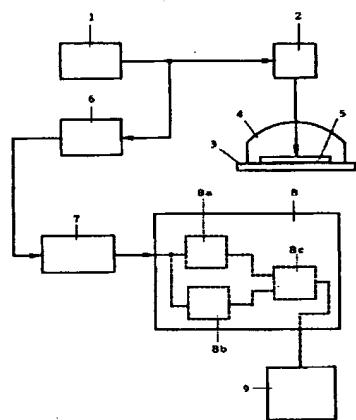
##### 【符号の説明】

1	インパルス発振器
2	超音波振動子

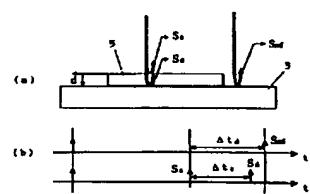
50

- 3 ガラス基板  
 4 伝播媒体（水）  
 5 試料  
 6 受信機  
 7 A／D 変換器  
 8 パーソナルコンピュータ  
 9 表示装置

【図 1】



【図 2】



---

フロントページの続き

F ターム(参考) 2C047 AC13 AD02 BC02 EA12 FA01 GF06 GG09 GG12 GG20 GG32  
GG33